

Wir regeln das.

Das Stromnetz wird zum Sensor



Power Quality Messdaten als Enabler für Condition Based Maintenance



Wie passen Stromnetz / Power Quality und Condition Based Maintenance zusammen ?

Einführung: Power Quality

- Warum? Überwachung der Spannungsqualität im Stromnetz
- „Das Stromnetz sieht alles“: Unerwünschte Netzurückwirkungen die durch industrielle Anlagen erzeugt werden können

Aus Power Quality Messungen ungeahnte neue Daten für Condition Monitoring gewinnen

- IOT Messtechnikplattform **WeSense™**
Das Stromnetz und Industrieanlagen bewerten – mit Mobiltelefon, Cloud, KI
- *Elektrische Anlagen durch Fingerprinting Stromnetz erkennen: Beispiel Tesla Model S*
- *Übergang zum Condition Monitoring in Echtzeit Mit Hilfe von Machine Learning*

Zusammenfassung: Das Stromnetz als Enabler für Smarte Wartungsprozesse

Wir regeln das.



Einführung: Spannungsqualität in Stromversorgungsnetzen

Ursachen, Auswirkungen

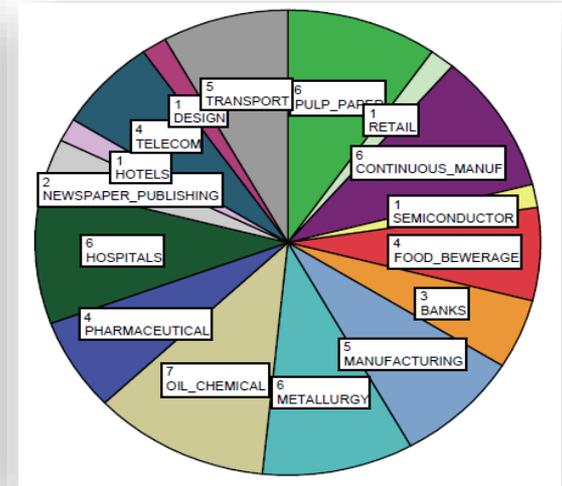
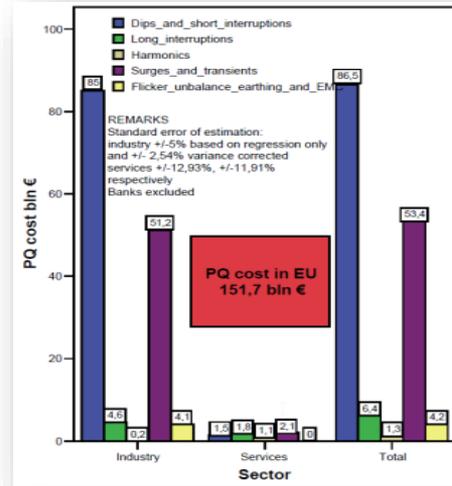


Wir regeln das. Warum wird Spannungsqualität überwacht?

➤ **150 Mrd. EUR*** Schäden in EU durch schlechte Spannungsqualität (16 Industriezweige, pro Jahr)

➤ Wie entstehen diese Schäden?

Kausale Kette: Probleme in der Stromversorgung, Ausfall einer Industriesteuerung mit Datenverlust, oder Überhitzung von elektrischer Motoren in Antrieben und Robotern
Ausschuss, Produktionsausfall



Größte Schäden entstehen in High Tech Produktionsumgebungen, z.B. Elektronik und Halbleiter, pharmazeutische Produkte, chemische / Ölindustrie
Ähnliche Anwendungsfelder wie auch Condition Based Maintenance Lösungen

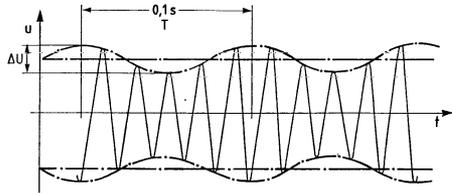
Wir regeln das.

Trends: Einflüsse im Stromnetz



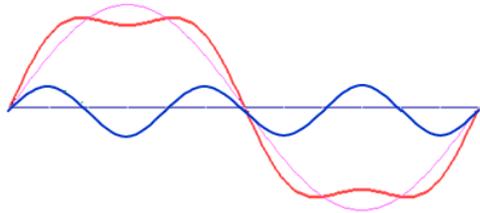
- ...aktiv geregelte Leistungselektronik ist allgegenwärtig
- Gilt in privaten Haushalten aber auch besonders im Industriebereich!
- Netzurückwirkungen: Wechselrichter in Stromversorgungen aktiv geregelte Antriebe stören sich gegenseitig

Viele Störungen kommen von Netzurückwirkungen, die wiederum wie „Fingerabdrücke“ der Produktionsmittel und Industrieprozesse im Stromnetz sind!



Flicker (Spannungsschwankung)

Belastungen durch starke Verbraucher wie hydraulische Pressen, Schmelzöfen oder andere thermische Prozesse



Harmonische

aktiv geregelte Leistungselektronik, z.B. Wechselrichter in Industrieantrieben, Industrierobotern, etc.



Transienten

Interne Schaltvorgänge (Kondensatoren), z.B. bei Start / Stop Vorgängen elektrischer Maschinen

Idee: Durch das Erkennen dieser „Fingerabdrücke“ kann man einerseits die Spannungsqualität bewerten, andererseits aber auch etwas über den aktuellen Zustand der elektrischen Produktionsmittel aussagen!

Wir regeln das.

Messtechnik „klassisch“:
Class A Power Quality Analyzer



Bewertung: *Gesamtheit aller Störungen aus Sicht des öffentlichen Netzes*
z.B. Störaussendung verträglich mit Norm DIN EN 50160, mit gerichts-feste Messdaten

Sehr leistungsfähige Messtechnik – aber i.d.R. nicht ideal für dedizierte Zustandsbewertung aller Anlagen einsetzbar: anderer Zweck mit spezialisierter Auswertung, nicht benötigte Komplexität

Wir regeln das.



Wie kann man aus Power Quality Messdaten neue
Daten für Condition Based Monitoring gewinnen ?

IOT Messtechnikplattform WeSense™,
einfache Beispiele mit Cloud und Machine Learning

Wir regeln das.

WeSense™ IOT Messtechnikplattform



Smart USB charger

Gleichzeitig Laden und
Messen
40 kHz / 0,1 % Fehler

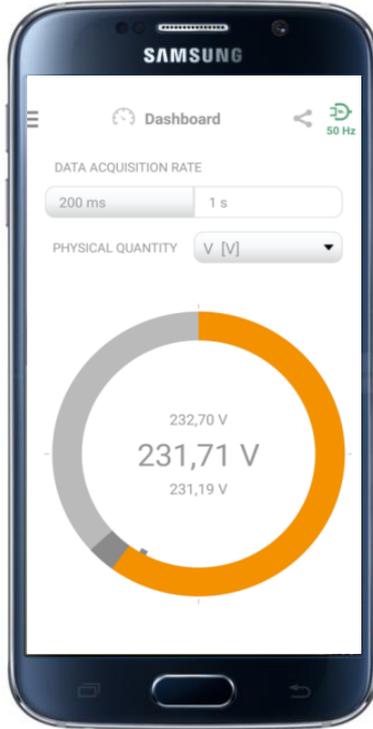


Android App
Online-
Visualisierung
Netzzustand

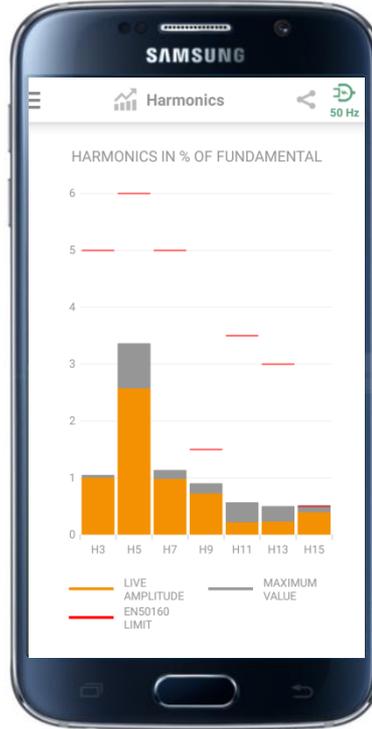
Vorteile: Günstige, hochgenaue Messtechnik. Eine Stromnetz-/Anlagenüberwachung ist an jeder Steckdose möglich – ganz nahe an der betroffenen Anlage. Vorteil: Retrofit!

Wir regeln das.

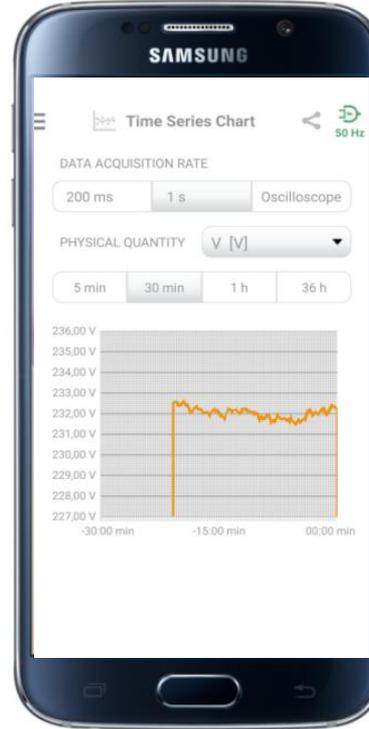
Visualisierung



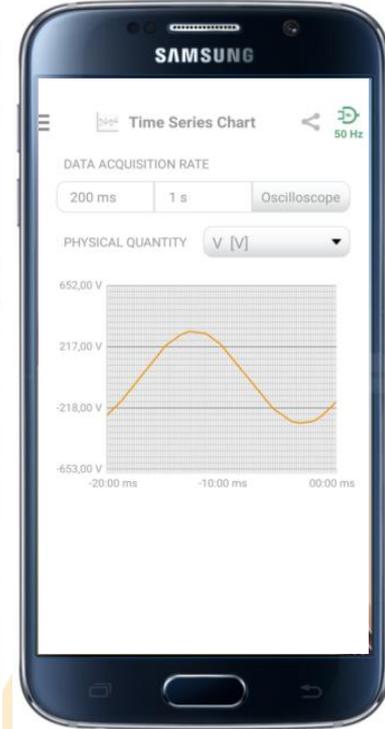
Analoginstrument



Oberschwingungen



Zeitreihen



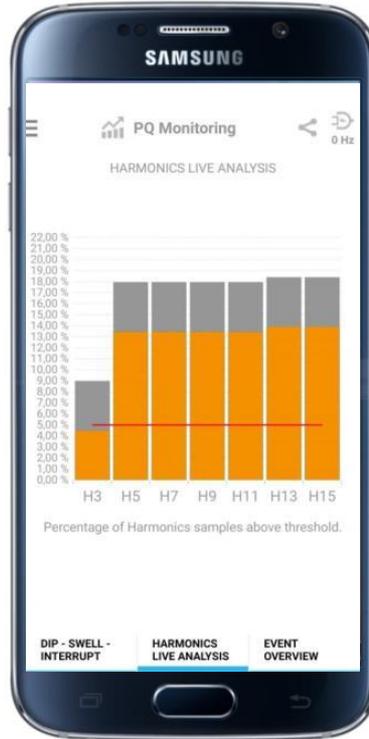
Oszilloskop

Wir regeln das.

Online PQ Bewertung



Dip / Swell /
Interrupt



Live Harmonische
EN50160 Grenzen



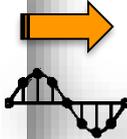
Logbuch /
Alarming

Wir regeln das.

Offene IOT Plattform



Sensor

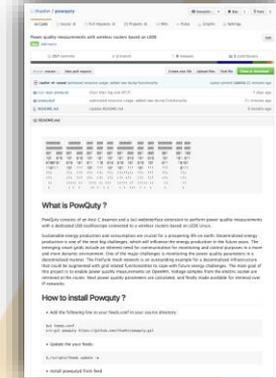


Raspberry Pi



WLAN Router

Open Source Power Quality
Applikation (Linux)



Doppelfunktion:
WLAN Router und
Condition Monitor

Wir regeln das.

WeSense™ Cloud

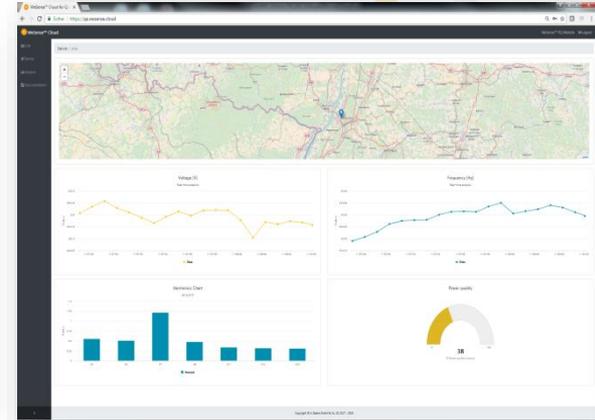
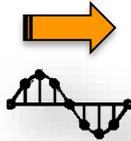


:**Offene** Plattform für Big Data Analytik und Mustererkennung mittels Machine Learning

App

Cloud app

Sensor

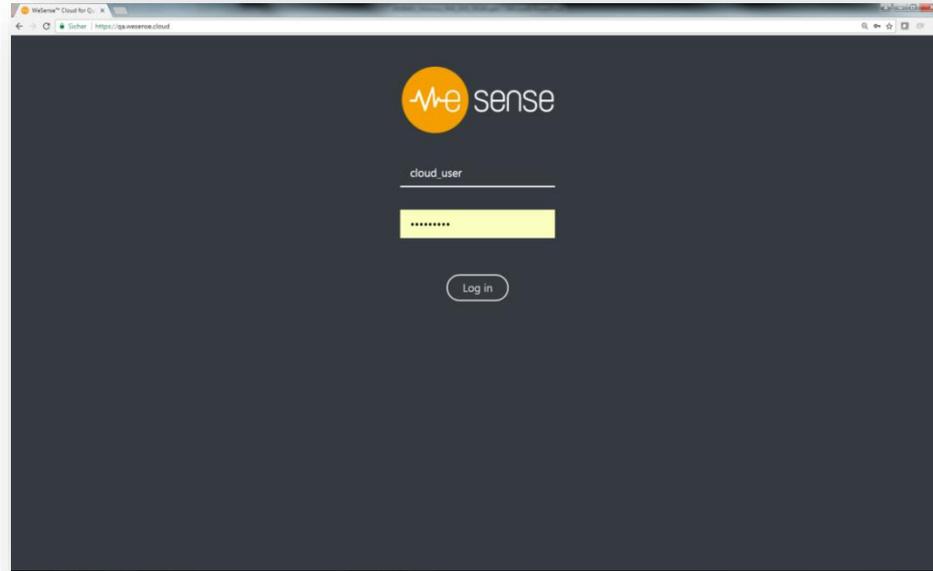


OFFEN für Daten von
Drittherstellern:
z.B. Smart Meter und
Ladesäulen



Wir regeln das.

Machine Learning Cloudportal



Machine Learning



Secure Login



Responsive Design

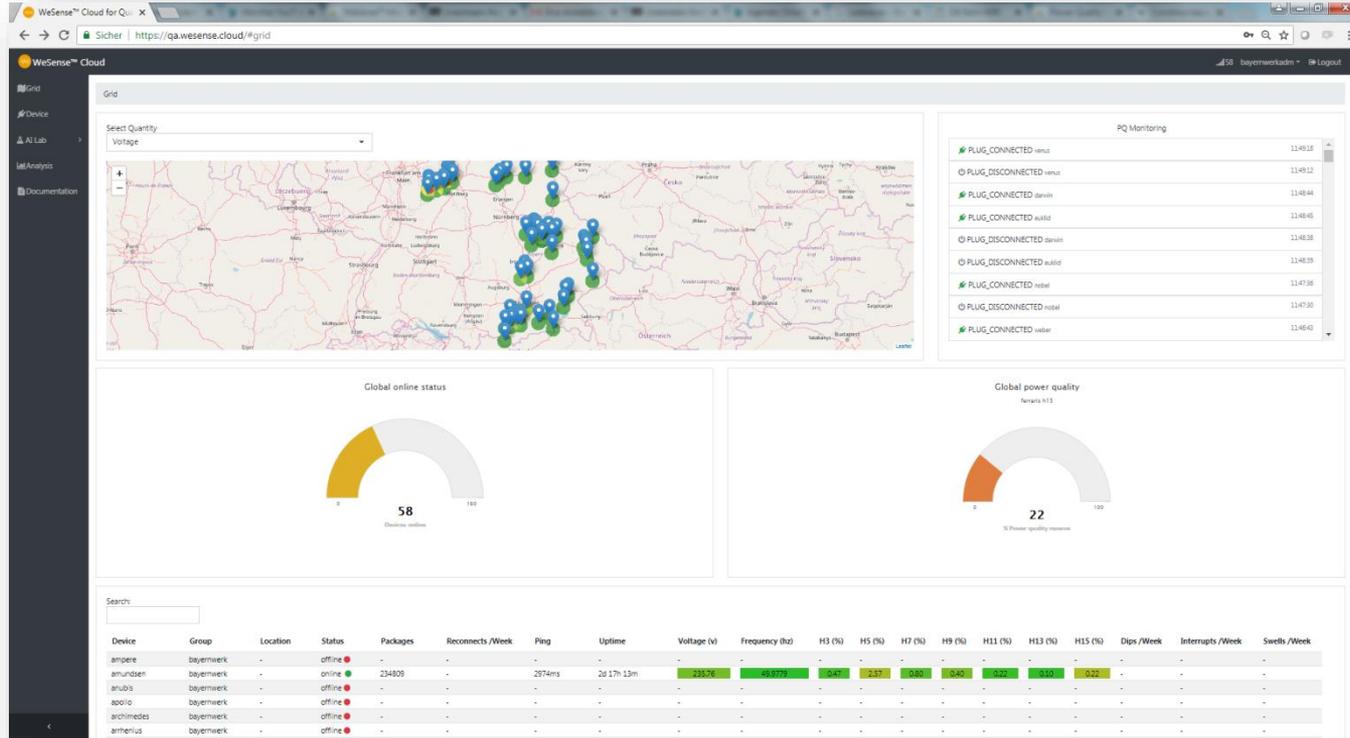
Wir regeln das.

Wie kann man *überhaupt* elektrische Anlagen
und Geräte im Stromnetz erkennen ?

Beispiel: ein Tesla Model S beim Laden

Wir regeln das.

Nach Login: „Grid“-Bereich: Geräteflotte im online Überblick

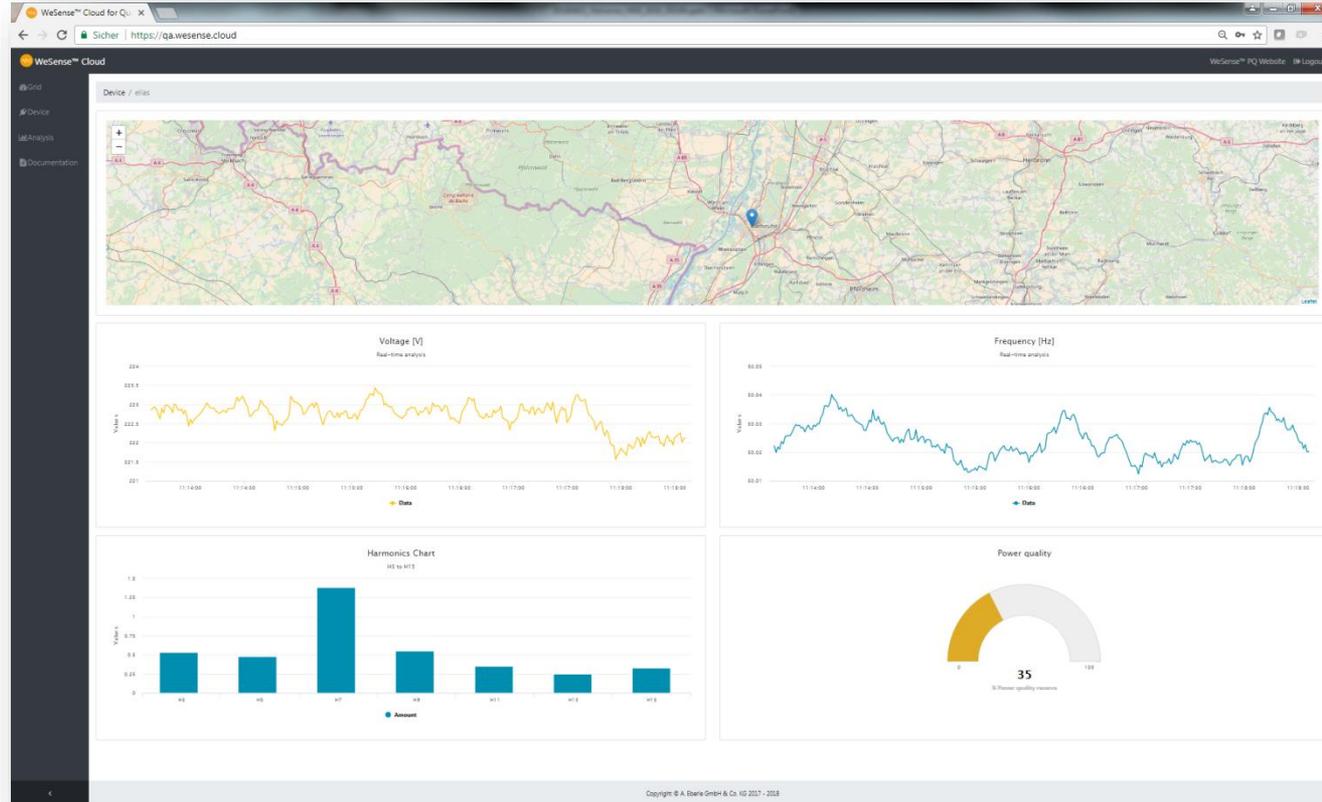


Anzeigen:
Online Tabelle,
Live Karte,
Alarmliste

Wir regeln das.

„Device-Ansicht“

Echtzeit Messdaten eines Geräts



Wir regeln das.

Beispiel:

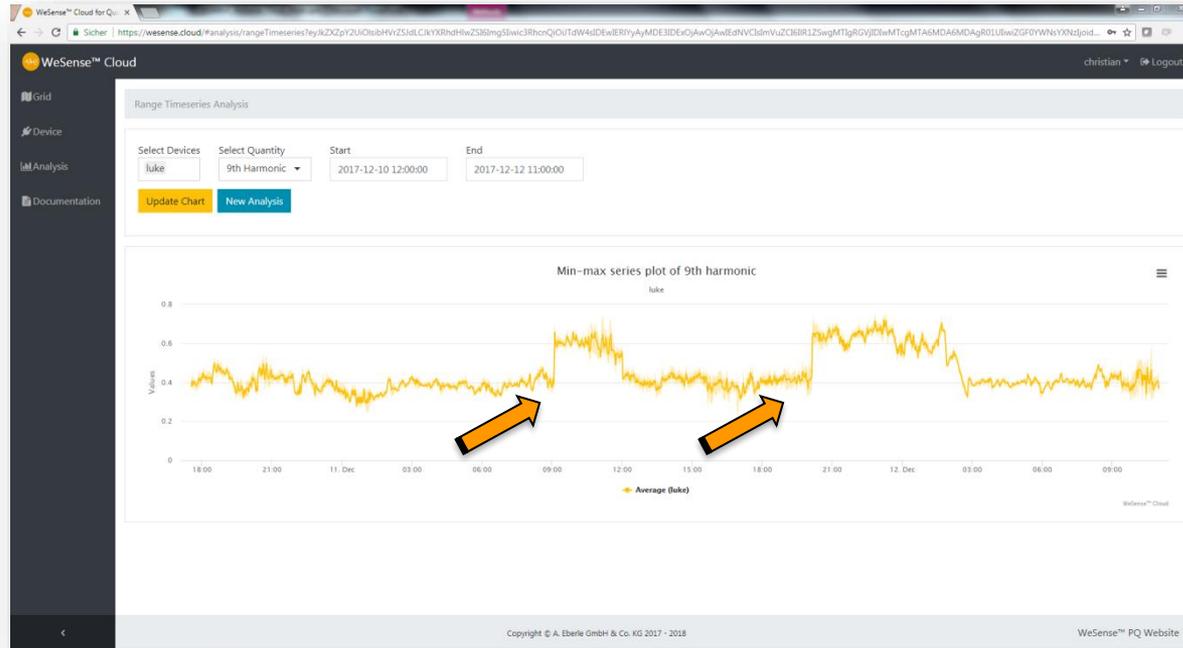
Netzurückwirkung „Tesla Model S“



Spannungseinbruch: durch Ladeleistung / Stromfluss

Wir regeln das.

Analysis Beispiel: Netzurückwirkung „Tesla Model S“



Pegel der 9. Harmonische (450 Hz) **erhöht**: durch Wechselrichter beim Laden.
Fingerabdruck spezifisch für Tesla Model S

Wir regeln das.



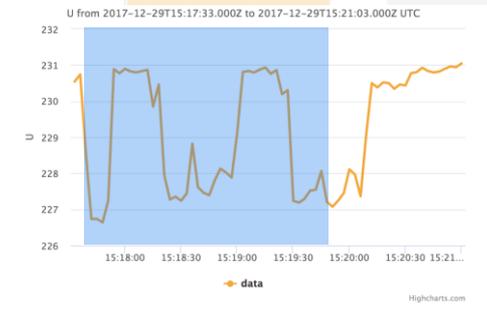
Übergang zum Condition Monitoring in
Echtzeit, mit Hilfe von Machine Learning

Einfaches Beispiel: Interne Zustände von
Kaffeemaschinen automatisch erkennen



So funktioniert „Fingerprinting“ mit NN in der WeSense Cloud:

- 1) Labeling:** Gerät starten, in der Cloud aufnehmen, Namen („Label) vergeben. Mehrfach wiederholen.
- 2) Training der KI / „Lernen“:** Verwendung der aufgenommenen / gelabelten Daten. Nur einmal pro Modell nötig.
- 3) Live Erkennung / „Klassifizieren“** angeschlossener Geräte mit der trainierten KI. Auch offline / im Nachhinein möglich.



Wir regeln das.

Anwendung: Einfaches Beispiel für Condition Monitoring



- **KI-Startup in Würzburg:** Verwendung von Recurrent Neural Networks (RNN). Anwendungen: Handschrift- und Spracherkennung, Muster in Sensordaten
- **Entwicklung und Test eines Online-Dashboards** für Echtzeit Condition Monitoring mit WeSense Sensoren im Stromnetz

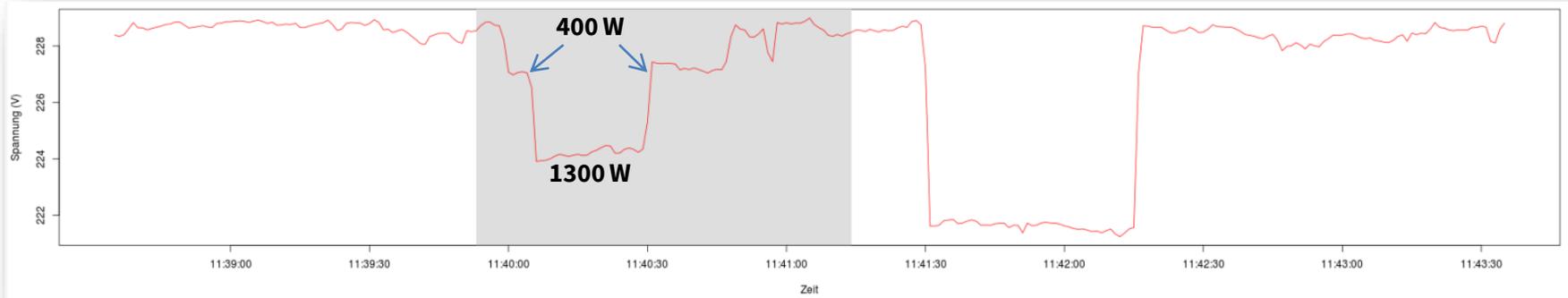


Gerät	kleine Tasse	große Tasse
 K-Fee		
 Senseo		

Erkennung: Senseo

Wir regeln das.

Neuronale Netze / Machine Learning

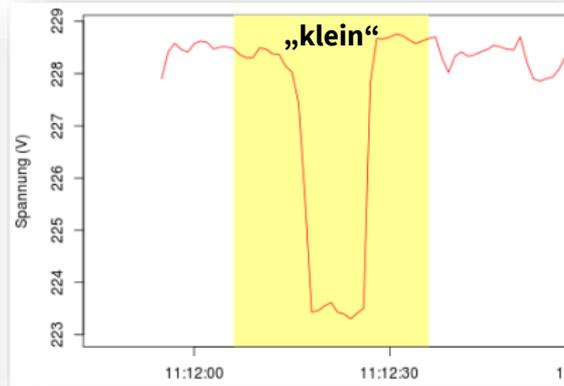


- ✓ Maschine „Senseo“ (kleine Tasse) wird erkannt
 - ✓ Erkennung gerätespezifisches Feature durch neuronales Netz:
ca. 450 W (Anfang/Ende)
ca. 1300 W bei größtem Wasserdurchfluss

- ✓ Kein „falscher Alarm“ / keine Erkennung: einfacher Wasserkocher 2000 W

Wir regeln das.

Erkennung: K-fee Kleine vs. große Tasse



...



✓ Prozess „K-fee (kleine Tasse)“ wird erkannt

✓ Prozess „K-fee (große Tasse)“ wird erkannt

- ✓ Erkennung der „Prozessdauer“ durch das neuronale Netz
 - ca. 10 s kleine Tasse
 - ca. 30 s große Tasse

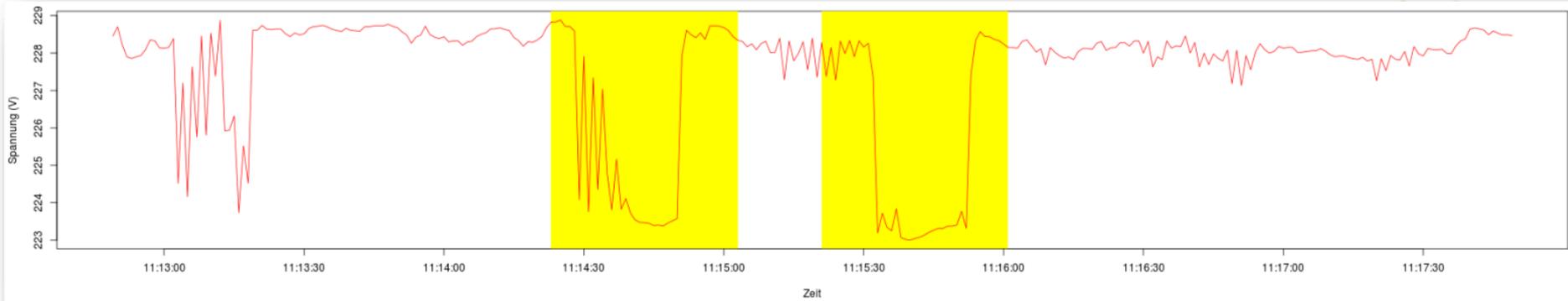
Wir regeln das.

Erkennung Prozessfehler: Pumpe zieht Luft

(1)

(2)

(3)



- (1) Tasse 1: Wassertank leer Pumpe zieht teilweise Luft, Heizer regelt dynamisch mit
- (2) Tasse 2: Wassertank wieder voll, Pumpe zieht am Anfang noch Luft
- (3) Tasse 3: Normaler Prozess – Zustand wieder geheilt

Auch interne Prozessfehler und ggf. Wartungsbedarf sind prinzipiell erkennbar!

Wir regeln das.

Zusammenfassung



Das Stromnetz sieht alles: Elektrische Anlage hinterlassen im Betrieb **„Fingerabdrücke“ im Netz**

Aus Netzsicht „unerwünscht“ / Power Quality

Condition Monitoring: durch Machine Learning und Fingerprinting ergeben sich in der WeSense Cloud™ ungeahnte neue Datenquellen

Anlagen- und Prozesszustände inkl. Fehlern können automatisch erkannt werden

Perspektivisch lassen sich damit neue, smarte Wartungsprozesse im Bereich **Predictive Maintenance** implementieren

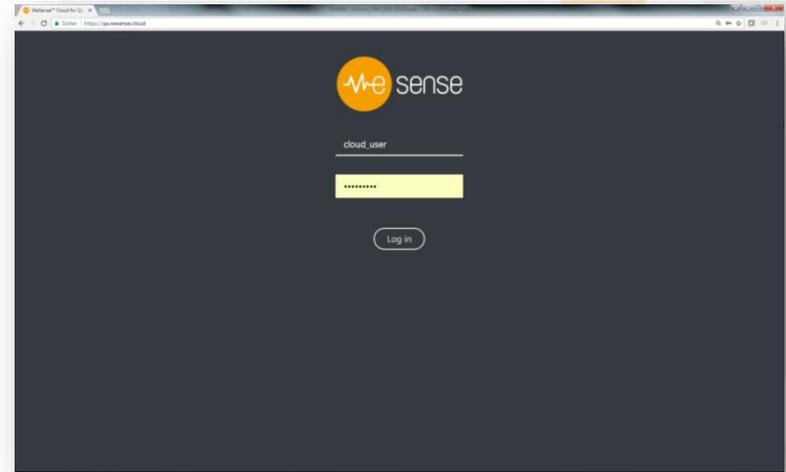


Wir regeln das.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



www.wesense-app.com



wesense.cloud

Wir regeln das.

Kontakt



Dr. Christian Ruster

christian.ruester@a-eberle.de

Bereichsleiter PQSys, EORSys

InnovationsManager

A. Eberle GmbH & Co. KG

Frankenstraße 160

90461 Nürnberg